

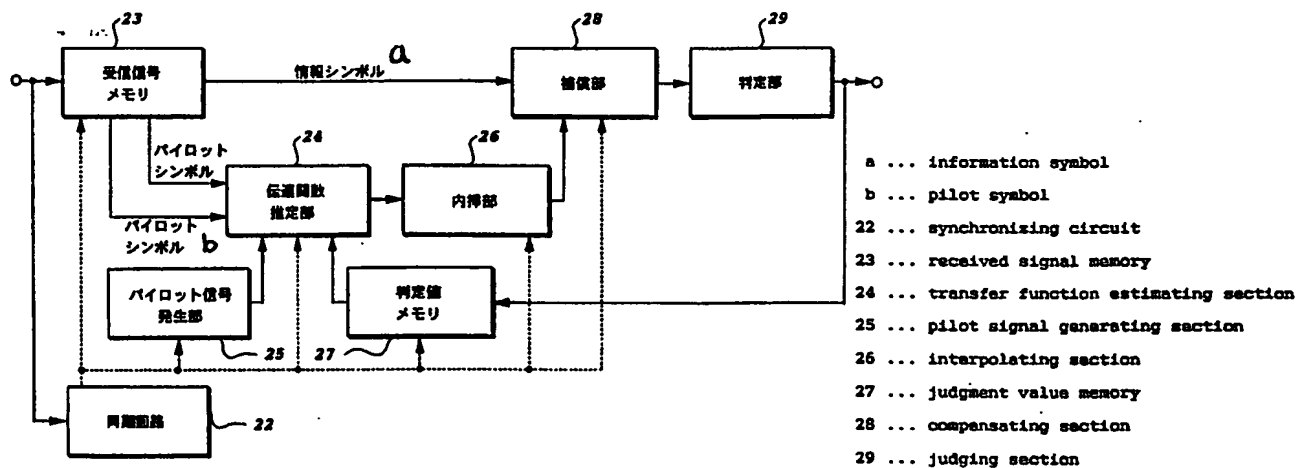


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 H04L 27/22		A1	(11) 国際公開番号 WO95/35615
			(43) 国際公開日 1995年12月28日(28.12.95)
(21) 国際出願番号 PCT/JP95/01229 (22) 国際出願日 1995年6月21日(21.06.95)		(74) 代理人 弁理士 谷 義一(TANI, Yoshikazu) 〒107 東京都港区赤坂5-1-31 第6セイコービル3階 Tokyo, (JP)	
(30) 優先権データ 特願平6/140569 1994年6月22日(22.06.94) JP		(81) 指定国 CN, JP, US, 欧州特許(DE, GB, IT, SE).	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社 (NTT MOBILE COMMUNICATIONS NETWORK INC.)[JP/JP] 〒105 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	
(72) 発明者：および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 東 明洋(HIGASHI, Akihiro)[JP/JP] 〒238-03 神奈川県横浜須賀市林2-1-3 3-301 Kanagawa, (JP) 安達文幸(ADACHI, Fumiyuki)[JP/JP] 〒236 神奈川県横浜市金沢区高舟台2-35-13 Kanagawa, (JP) 大野公士(OHNO, Koji)[JP/JP] 〒235 神奈川県横浜市磯子区杉田9-2 富岡社宅8-502 Kanagawa, (JP) 佐和橋衛(SAWAHASHI, Mamoru)[JP/JP] 〒239 神奈川県横浜須賀市浦賀町5-42-188 Kanagawa, (JP)			

(54) Title : SYNCHRONOUS DETECTOR AND SYNCHRONIZING METHOD FOR DIGITAL COMMUNICATION RECEIVER

(54) 発明の名称 デジタル通信受信機用同期検波装置および同期方法



(57) Abstract

A synchronous detecting method in which the transfer function of a propagation path is estimated by regarding the information symbols adjacent to pilot signals as known symbols and using the information symbols as pseudo-pilot signals. The method includes a step of estimating the transfer function by using the pilot signals, a step of performing interpolation synchronous detection of part of the information symbols by using the estimated transfer function, a step of storing the result of the interpolation synchronous detection as pseudo-pilot signals, a step of reestimating the transfer function related to information symbols corresponding to the pseudo-pilot signals from the pseudo-pilot signals and the received signals corresponding to the pseudo-pilot signal, regarding the pseudo-pilots as known correct signals, and a step of performing interpolation synchronous detection of each information symbol by using the reestimated transfer function. Thus, the detection characteristic can be improved by estimating the transfer function with high accuracy even when the number of symbols per pilot signal is small.

(57) 要約

パイロット信号に隣接する情報シンボルを既知のシンボルとみなして、疑似パイロット信号として用い、伝搬路の伝達関数を行う同期検波方法。

パイロット信号を用いて伝達関数の推定を行う過程、推定された伝達関数を用いて情報シンボルの一部を内挿同期検波する過程、その結果を疑似パイロット信号として記憶する過程、この疑似パイロット信号を既知の正しい信号とみなして、この疑似パイロット信号と、これに対応する受信信号とから、この疑似パイロット信号に対応する各情報シンボルに関わる伝達関数を再度推定する過程、および再度の推定で得られた伝達関数を用いて、各情報シンボルの内挿同期検波を行う過程を有する。これによって、1パイロット信号当たりのシンボル数が少なくても、伝達関数を高精度に推定し、検波特性を向上させることが可能となる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DK	デンマーク	LK	スリランカ	PT	ポルトガル
AM	アルメニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RO	ルーマニア
AT	オーストリア	ES	スペイン	LS	レソト	RU	ロシア連邦
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BB	バルバドス	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SG	シンガポール
BE	ベルギー	GB	イギリス	MC	モナコ	SI	スロベニア共和国
BF	ブルキナ・ファソ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SN	セネガル
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	SZ	スワジランド
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MK	マケドニア共和国	TD	チャド
BS	ベラルーシ	IS	アイスランド	ML	モリシ	TG	トーゴ
CA	カナダ	IT	イタリア	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CC	中央アフリカ共和国	JP	日本	MR	モーリタニア	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴ	KE	ケニア	MW	マラウイ	TR	トルコ
CH	スイス	KG	キルギスタン	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボワール	KR	朝鮮民主主義人民共和国	NE	ニジェール	UA	ウクライナ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	UG	ウガンダ
CM	カメルーン	KZ	カザフスタン	NO	ノルウェー	US	米国
CZ	チェコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	NZ	ニュージーランド	UZ	ウズベキスタン共和国
DE	ドイツ			PL	ポーランド	VN	ヴィエトナム

明 細 書

デジタル通信受信機用同期検波装置および同期方法

背景技術

産業上の利用分野

本発明は、デジタル移動通信などに使用される受信機において、符号を復調するための同期検波装置および同期方法に関する。

従来の技術

デジタル信号の検波方法としては、信号の変調方式に応じて様々な方式がある。これらの中で、送信側の搬送波周波数に同期した局部発振によって検波を行う同期検波方式は、ガウス雑音下でもっとも優れた特性を示す。すなわち、同期検波方式は、一定の誤り率を満たすための受信信号電力対雑音電力比が最も小さい。しかしながら、デジタル移動通信などでは、移動局の送受信機の移動にともない、伝搬路の伝達関数が時間とともに大きく変動するため、同期検波に必要な送信搬送波の絶対位相を受信側で得るためには、伝搬路の伝達関数を高速に推定する必要がある。

伝搬路の伝達関数を高速に推定して同期検波を行う方法として、内挿同期検波方式が知られている。たとえば、三瓶政一、「陸上通信用 16 QAM のフェージングひずみ補償方式」、信学論B-II Vol. J72-B-II PP. 7-15 1989年1月、または、その改訂版であるS. Sampei et al, "Rayleigh Fading Compensation for QAM in Land Mobile Radio Communications", IEEE Transactions on Vehicular Technology, VOL. 42, No. 2, MAY 1993に開示されている。

図1は、この種の内挿同期検波で使用する信号の構成例を示す。送信側は、送信側と受信側で互いに既知のパイロット信号Pを、送信信号に周期的に挿入して送信する。パイロット信号Pとしては、1以上の既知のシンボルを用いる。1つのパイロット信号Pと、連続する2つのパイロット信号Pに挟まれた情報シンボル群（情報信号）Dとで1フレームを構成する。

図2は、従来の受信機の構成を示す。アンテナ1で受信された電波は、目的の受信信号がひずまない程度に、BPF（バンドパス・フィルタ）2で帯域制限される。帯域制限された受信信号は、AGC（自動利得制御回路）3で適正なレベルにされ、AFC（自動周波数調整回路）4で、搬送波と局部発振信号とのオフセット周波数を大まかに調整される。ここで、BPF2は、AGC3やAFC4の正常動作を確保するために挿入されている。

次に、受信信号の搬送波と同一の周波数をもつ、ローカル発振器6からのローカル信号を用いて、直交準同期検波回路5で直交準同期検波する。直交準同期検波回路5の出力は、LPF（ローパス・フィルタ）7およびA/D変換器8を介して、内挿補償部9に供給される。LPF7は、帯域外の雑音や隣接チャネルからの干渉を抑えるために設けられている。内挿補償部9は、パイロット信号を用いて、伝搬路の伝達関数を各情報シンボルごとに推定し、推定した伝達関数を用いて、内挿法によって、各情報シンボルを補償する。補償された信号は、判定部10で判定される。推定伝達関数によって各情報シンボルを補償することによって、絶対位相検波が可能となる。なお、内挿法としては、2つのパイロット信号を用いる一次補間と、3つのパイロット信号を用いる二次補間とが、一般に使用される。

受信信号に雑音が含まれている場合、一つのパイロット信号当たりのシンボル数が多いほど、伝達関数を正確に推定することができ、伝達関数の

推定誤差が小さくなる。パイロット信号によって推定した伝達関数から、情報シンボルの各伝達関数を推定するには、一次または二次のガウス補間を用いればよい。

上述した従来の装置では、伝搬路の伝達関数の変動が、パイロット信号の挿入周期よりも十分に緩やかな場合は、単純な一次補間で各情報シンボルの伝達関数を推定できるものの、伝達関数の変動が高速になるにつれて、補間誤差が大きくなるため、パイロット信号の挿入周期を小さくしなければならぬ。しかしながら、挿入周期を小さくすると、パイロット信号のシンボル数が増えるために、伝送効率が低下する。一方、伝送効率を一定に保ちながら挿入周期を小さくすると、1パイロット信号当たりのシンボル数が減って、伝達関数の推定誤差が大きくなる。

このように、従来の内挿型同期検波では、伝搬路の伝達関数の高速な変動に対処しようとする、伝送効率が低下してしまうという欠点があった。

発明の開示

そこで本発明は、1パイロット信号当たりのシンボル数を増やすことなく、伝搬路の伝達関数を高精度に推定し、絶対同期検波の特性を向上させることのできる、デジタル通信受信機用同期検波装置および同期検波方法を提供することを目的とする。

第1に、本発明によれば、既知のパイロット信号と情報信号とが一定の周期で交互に繰り返されてなる受信信号が通ってきた伝搬路の伝達関数を、前記パイロット信号に基づいて、前記情報信号を構成する各情報シンボルごとに推定し、推定された伝達関数によって前記情報シンボルを補正し、補正後の情報シンボルを判定することによって同期検波を行う同期検波装置において、

前記受信信号を記憶する受信信号メモリと、
前記既知のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段と、
前記パイロット信号発生手段から供給された前記既知のパイロット信号と、前記受信信号メモリに記憶しているパイロット信号とによって、前記伝達関数を推定する伝達関数推定手段と、
前記伝達関数推定手段で推定した伝達関数を複数個用いた補間処理によって、前記情報シンボルごとの伝達関数を求める内挿手段と、
前記内挿手段で求めた伝達関数によって、前記受信メモリに記憶された情報シンボルを補償する補償手段と、
該補償手段によって補償された情報シンボルを判定する判定手段と、
該判定手段から出力された判定値のうち、少なくとも前記パイロット信号に隣接する一定数の情報シンボルを、疑似パイロット信号として記憶する疑似パイロット信号記憶手段とを具備し、
前記伝達関数推定手段は、前記疑似パイロット信号と、これに対応する前記受信信号メモリ中の情報シンボルとを用いて、前記疑似パイロット信号に対応する前記情報シンボルごとに前記伝搬路の伝達関数を再度推定することを特徴とするデジタル通信受信機用同期検波装置が提供される。
前記伝達関数推定手段は、さらに、
前記パイロット信号からフェージング周波数を推定する手段と、
前記フェージング周波数をパラメータとして、忘却係数と前記伝達関数の推定誤差との関係を記憶する手段と
を具備し、前記推定誤差を最小にする忘却係数を選択するようにしてもよい。

第2に、本発明によれば、既知のパイロット信号と情報信号とが一定の周期で交互に繰り返されてなる受信信号が通ってきた伝搬路の伝達関数を、

前記パイロット信号に基づいて、前記情報信号を構成する各情報シンボルごとに推定し、推定された伝達関数によって前記情報シンボルを補正し、補正後の情報シンボルを判定することによって同期検波を行う同期検波方法において、

前記受信信号を記憶する過程と、

前記既知のパイロット信号を発生する過程と、

前記既知のパイロット信号と、前記記憶された受信信号中のパイロット信号とによって、前記伝達関数を推定する過程と、

前記推定した伝達関数を複数個用いた補間処理によって、前記情報シンボルごとの伝達関数を求める過程と、

前記求めた伝達関数によって、前記情報シンボルを補償する過程と、
前記補償された情報シンボルを判定する過程と、

前記判定する過程で得た判定値のうち、少なくとも前記パイロット信号に隣接する一定数の情報シンボルを、疑似パイロット信号として記憶する過程と、

前記疑似パイロット信号と、これに対応する情報シンボルとを用いて、
前記疑似パイロット信号に対応する前記情報シンボルごとに前記伝搬路の伝達関数を再度推定する過程と

を具備することを特徴とするデジタル通信受信機用同期検波方法が提供される。

前記デジタル通信受信機用同期検波方法は、さらに、

前記パイロット信号からフェージング周波数を推定する過程と、

前記フェージング周波数をパラメータとして、忘却係数と前記伝達関数の推定誤差との関係を記憶する過程と、

前記推定誤差を最小にする忘却係数を選択する過程と

を具備してもよい。

第3に、本発明によれば、既知のパイロット信号と情報信号とが一定の周期で交互に繰り返されてなる受信信号が通ってきた伝搬路の伝達関数を、前記パイロット信号に基づいて、前記情報信号を構成する各情報シンボルごとに推定し、推定された伝達関数によって前記情報シンボルを補正し、補正後の情報シンボルを判定することによって同期検波を行う同期検波装置を有するデジタル通信受信機において、前記同期検波装置は、

前記受信信号を記憶する受信信号メモリと、

前記既知のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段と、

前記パイロット信号発生手段から供給された前記既知のパイロット信号と、前記受信信号メモリに記憶しているパイロット信号とによって、前記伝達関数を推定する伝達関数推定手段と、

前記伝達関数推定手段で推定した伝達関数を複数個用いた補間処理によって、前記情報シンボルごとの伝達関数を求める内挿手段と、

前記内挿手段で求めた伝達関数によって、前記受信メモリに記憶された情報シンボルを補償する補償手段と、

該補償手段によって補償された情報シンボルを判定する判定手段と、

該判定手段から出力された判定値のうち、少なくとも前記パイロット信号に隣接する一定数の情報シンボルを、疑似パイロット信号として記憶する疑似パイロット信号記憶手段とを具備し、

前記伝達関数推定手段は、前記疑似パイロット信号と、これに対応する前記受信信号メモリ中の情報シンボルとを用いて、前記疑似パイロット信号に対応する前記情報シンボルごとに前記伝搬路の伝達関数を再度推定することを特徴とするデジタル通信受信機が提供される。

前記伝達関数推定手段は、さらに、

前記パイロット信号からフェージング周波数を推定する手段と、
前記フェージング周波数をパラメータとして、忘却係数と前記伝達関数の推定誤差との関係を記憶する手段と
を具備し、前記推定誤差を最小にする忘却係数を選択してもよい。

図面の簡単な説明

図 1 は、内挿型同期検波で使用する信号の構成例を示す図である。

図 2 は、従来の受信機の検波段までの構成を示すブロック図である。

図 3 は、本発明による同期検波装置の第 1 実施例を示すブロック図である。

図 4 は、本発明の同期検波で使用する信号の構成例を示す図である。

図 5 は、本発明における平均ビット誤り率を、従来例と比較して示したグラフである。

図 6 は、本発明による同期検波装置の第 2 実施例を示すブロック図である。

図 7 は、忘却係数による推定誤差の変動を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して、本発明の実施例を説明する。

実施例 1

図 3 は、本発明による同期検波装置の一実施例を示すブロック図である。
この同期検波装置は、図 2 に示す従来の内挿補償部 9 と判定部 10 との組み合わせに対応する。

図 2 の直交準同期検波回路 5 によって準同期検波された受信信号は、LPF 7 および A/D 変換器 8 を通り、図 3 の同期検波装置の同期回路 22

と受信信号メモリ 23 とに供給される。同期回路 22 は、各シンボルのクロックタイミングを再生するとともに、パイロット信号の繰り返し周期であるフレームタイミングを再生し、シンボル同期信号とフレーム同期信号とを生成する。これらのシンボル同期信号とフレーム同期信号は、図 3 に破線で示すように、本同期検波装置の各部に供給される。

受信信号メモリ 23 は、2つのパイロット信号およびその間の情報シンボル群の合計シンボル数以上の容量をもち、A/D変換器 8 から供給されたベースバンドのデジタルデータを格納する。受信信号メモリ 23 は、また、フレーム同期信号を用いて、2つの隣接パイロット信号を読み出し、伝達関数推定部 24 に供給する。

伝達関数推定部 24 は、パイロット信号発生部 25 から供給される既知パターンの正しいパイロットシンボルを用いて、受信信号に含まれるパイロットシンボルとの間で演算することによって、伝搬路の伝達関数を推定する。パイロットシンボルが受信されるごとにこの操作を行うことによって、伝搬路の伝達関数をリアルタイムで推定することができる。本発明の特徴は、この伝達関数の推定方法にあるが、その詳細は後述する。推定された伝達関数は内挿部 26 に供給される。

内挿部 26 は、推定された複数の隣接伝達関数を用いて、一次補間あるいは二次補間を行い、パイロット信号間の各情報シンボルタイミングにおける伝達関数を推定する。すなわち、内挿部 26 は、1つの情報シンボルあたり 1つの推定伝達関数を生成し、それらを補償部 28 へ供給する。

補償部 28 は、推定された伝達関数を用いて、各情報シンボルを補償する。補償された情報シンボルは、判定部 29 に供給される。判定部 29 は、各情報シンボルを絶対同期検波するもので、その結果を出力する。この判定結果の一部は、判定値メモリ 27 に記憶される。例えば、図 4 に示す情

報シンボル群 D_1 が判定結果として得られた場合、判定値メモリ 27 は、パイロット信号 P_1 に隣接する L_q 個のシンボルからなる情報シンボル群 A_1 と、パイロット信号 P_2 に隣接する L_q 個のシンボルからなる情報シンボル群 B_1 とを記憶する。他の情報シンボル群 D_k についても同様に、パイロット信号 P_k に隣接する L_q 個のシンボルからなる情報シンボル群 A_k およびパイロット信号 P_{k+1} に隣接する L_q 個のシンボルからなる B_k を記憶する。これらの情報シンボル群 A_k および B_k は、予め定められたシンボル数となり、伝達関数の推定に用いられる。

すなわち、伝達関数推定部 24 は、判定値メモリ 27 から供給される情報シンボル群 A_k および B_k (シンボル数はそれぞれ L_q) を、パターンが既知の新たなパイロット信号 (疑似パイロット信号と呼ぶ) とみなして、情報シンボル群 A_k と B_k の部分の伝達関数を推定する。すなわち、判定値メモリ 27 から供給された疑似パイロット信号を正しいパイロット信号とみなして、情報シンボル群 A_k および B_k の各シンボルごとの伝達関数を推定する。この伝達関数の推定は、正規のパイロット信号 P_k の場合と同様に、以下の手順で実行される。まず、疑似パイロット信号の各シンボルを $u(n)$ ($n = 1, 2, \dots, L_q$)、受信信号の各シンボルを $r(n)$ 、各シンボルについての伝達関数の推定値を $Z'(n)$ とすると、 $Z'(n)$ は、次の方程式を解くことで得られる。

$$\Phi(n)Z'(n) = \Theta(n) \quad (1)$$

ただし、 $\Phi(n)$ は疑似パイロット信号を構成する各疑似パイロットシンボルの自己相関、 $\Theta(n)$ は疑似パイロットシンボルと受信信号シンボル $r(n)$ との相互相関であり、次式で与えられる。

$$\Phi(n) = \lambda \Phi(n-1) + u(n)u^*(n) \quad (2)$$

$$\Theta(n) = \lambda \Phi(n-1)Z'(n-1) + u(n)r^*(n) \quad (3)$$

ここで、 λ は、指数関数的に変化する重みづけを各シンボルに与える忘却係数である。この忘却係数(forgetting factor)は、過去からの影響を減らし、追従性を改善するための係数である。例えば、現在処理中のシンボルの1つ前のシンボルには $\lambda (\leq 1.0)$ を乗じ、2つ前のシンボルには λ^2 を乗じるというようにして、過去の重み付けを小さくする。(1) - (3)式より、伝達関数の推定値 $Z'(n)$ は、次式で与えられる。

$$Z'(n) = \{ \lambda \Phi(n-1)Z'(n-1) + u(n)r^*(n) \} / \{ \lambda \Phi(n-1) + u(n)u^*(n) \} \quad (4)$$

(4)式を情報シンボル群 A_k および B_k の各シンボルごとに逐次計算することによって、各シンボルの推定伝達関数が求められる。なお、ここでは、疑似パイロットシンボルによる伝達関数の推定方法について述べたが、上述したパイロット信号による伝達関数の推定も同様に行われる。なお、この推定方法そのものは公知であり、その詳細は、Simon Haykin, "Adaptive Filter Theory", Prentice Hall, pp. 381-385、または、前述したSampei, et al.に開示されている。

本発明の特徴は、パイロット信号に隣接する所定数の情報シンボルを疑似パイロット信号とし、これらの情報シンボルごとの伝達関数を推定する点にある。

推定された伝達関数は、内挿部26に供給さる。内挿部26は、次の

ガウス補間を用いて、情報シンボル群 D_1 の各シンボルの伝達関数を次式を使って求める。

$$Z'_{k+m/L_d} = \{1 - (m/L_d)\} Z'_k + (m/L_d) Z'_{k+1} \quad (5)$$

ただし、 Z'_k 、 Z'_{k+1} は、それぞれ、 k および $k+1$ 番目のパイロット信号および疑似パイロット信号から得られた伝達関数の推定値、 Z'_{k+m/L_d} は、パイロット信号間の L_d 個の情報シンボル中の、 m 番目の情報シンボルの伝達関数の推定値である。

本発明は、このようにして伝達関数の変動を補償するため、絶対位相検波を行うことができる。

また、本発明は、準同期検波後の信号を、デジタル信号として処理するので、図3の各部は、デジタル回路、またはシグナルプロセッサ等のマイクロプロセッサで構成することができる。また、伝達関数の推定および内挿、シンボルの補償および判定を高速に行うことで、この処理による信号の遅延をきわめて小さくすることが可能である。

図5は、本発明による同期検波装置を用いた場合の平均ビット誤り率を、従来装置との比較において示したグラフであり、横軸は1パイロット信号当たりのシンボル数、縦軸は平均ビット誤り率である。受信 E_b/N_0 (Energy per bit to noise spectral density) は 6 dB で、伝搬路の変動がない場合を想定している。このため、パイロット信号の挿入周期は、ビット誤り率には無関係である。

図5において、破線は理論限界を示し、白四角が、パイロット信号のみによる従来の内挿同期検波の結果を表し、黒丸が、情報シンボルの一部を疑似パイロットとして用いた、本発明による内挿同期検波の結果を表して

いる。疑似パイロット信号として用いた情報シンボルのシンボル数 $L_q = 10$ である。

このグラフからわかるように、疑似パイロット信号も用いることによって、1パイロット信号当たりのシンボル数を、従来の $1/2$ 以下にすることができる。伝送効率を一定とした場合、1パイロット当たりのシンボル数が $1/2$ であれば、 $1/2$ の周期でパイロット信号を挿入することができる。したがって、伝搬路の伝達関数が2倍の速度で変動しても、これに追従できる同期検波装置を実現することが可能となった。本発明は、特に、シンボル数の少ないパイロット信号を、短い周期で挿入することによって、伝搬路の伝達関数の高速な変動に対処することができる。

実施例 2

図 6 は、本発明による同期検波装置の第 2 実施例の要部の構成を示すブロック図である。この実施例の特徴は、上記 (3) 式の忘却係数 λ を、フェーディング周波数に応じて自動的に切り替えるようにした点である。

図 7 は、 $f_D T$ をパラメータとしたときの、忘却係数対伝達関数の推定誤差を示すグラフである。 $f_D T$ は、最大ドップラー周波数 f_D (Hz) と 1 情報シンボル長 T (秒) との積であり、1 情報シンボル長で規格化したフェーディング周波数に相当する。図 7 から分かるように、 $f_D T$ が変化すると、推定誤差を最小にする忘却係数 λ も変化する。例えば、フェーディングが早いほど、すなわち、 $f_D T$ が大きいほど、忘却係数を小さくする必要がある。この忘却係数の設定方法として、次のような方法が考えられる。

(1) 忘却係数を固定する方法。

忘却係数を固定する場合は、どのような値に固定するかが重要な問題となる。最大ドップラー周波数 f_D に対応できるように設定する方法と、平均

的な $f_D T$ に対応する値に設定する方法とがある。前者の場合には、図 7 から 0.85 近辺が最適であり、後者の場合には、0.91 程度が最適である。

(2) フェージング周波数に応じて、忘却係数を切り替える方法。

第 2 実施例で採用したのは、この方法である。以下、図 6 を参照して、本実施例を説明する。

本実施例が第 1 実施例と異なる点は、伝達関数推定部 24 の構成であり、本第 2 実施例の伝達関数推定部 24 は、図 3 に示す第 1 実施例のものと次の点で異なっている。

(1) 図 3 の伝達関数推定部 24 と同様の機能をもつブロックを伝達関数演算部 24a とした点。

(2) フェージング周波数推定部 24b を設けた点。

フェージング周波数推定部 24b は、情報信号両端のパイロット信号の位相差を推定し、その推定位相差からフェージング周波数を推定する。

(2) 図 7 に示すような忘却係数対推定誤差のグラフに対応する忘却係数・推定誤差記憶部 24c を設けた点。

この記憶部 24c に、フェージング周波数推定部 24b で推定したフェージング周波数を入力し、推定誤差が最小となる忘却係数を求める。伝達関数推定部 24 は、この忘却係数を (2) - (4) 式に代入して伝達関数を推定する。

第 2 実施例によれば、移動局の移動速度に応じた最適の伝達関数の推定が可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 既知のパイロット信号と情報信号とが一定の周期で交互に繰り返されてなる受信信号が通ってきた伝搬路の伝達関数を、前記パイロット信号に基づいて、前記情報信号を構成する各情報シンボルごとに推定し、推定された伝達関数によって前記情報シンボルを補正し、補正後の情報シンボルを判定することによって同期検波を行う同期検波装置において、

前記受信信号を記憶する受信信号メモリと、

前記既知のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段と、

前記パイロット信号発生手段から供給された前記既知のパイロット信号と、前記受信信号メモリに記憶しているパイロット信号とによって、前記伝達関数を推定する伝達関数推定手段と、

前記伝達関数推定手段で推定した伝達関数を複数個用いた補間処理によって、前記情報シンボルごとの伝達関数を求める内挿手段と、

前記内挿手段で求めた伝達関数によって、前記受信メモリに記憶された情報シンボルを補償する補償手段と、

該補償手段によって補償された情報シンボルを判定する判定手段と、

該判定手段から出力された判定値のうち、少なくとも前記パイロット信号に隣接する一定数の情報シンボルを、疑似パイロット信号として記憶する疑似パイロット信号記憶手段とを具備し、

前記伝達関数推定手段は、前記疑似パイロット信号と、これに対応する前記受信信号メモリ中の情報シンボルとを用いて、前記疑似パイロット信号に対応する前記情報シンボルごとに前記伝搬路の伝達関数を再度推定することを特徴とするデジタル通信受信機用同期検波装置。

2. 前記伝達関数推定手段は、さらに、

前記パイロット信号からフェージング周波数を推定する手段と、

前記フェージング周波数をパラメータとして、忘却係数と前記伝達関数の推定誤差との関係を記憶する手段と

を具備し、前記推定誤差を最小にする忘却係数を選択すること特徴とする請求の範囲第1項に記載のデジタル通信受信機用同期検波装置。

3. 既知のパイロット信号と情報信号とが一定の周期で交互に繰り返されてなる受信信号が通ってきた伝搬路の伝達関数を、前記パイロット信号に基づいて、前記情報信号を構成する各情報シンボルごとに推定し、推定された伝達関数によって前記情報シンボルを補正し、補正後の情報シンボルを判定することによって同期検波を行う同期検波方法において、

前記受信信号を記憶する過程と、

前記既知のパイロット信号を発生する過程と、

前記既知のパイロット信号と、前記記憶された受信信号中のパイロット信号とによって、前記伝達関数を推定する過程と、

前記推定した伝達関数を複数個用いた補間処理によって、前記情報シンボルごとの伝達関数を求める過程と、

前記求めた伝達関数によって、前記情報シンボルを補償する過程と、

前記補償された情報シンボルを判定する過程と、

前記判定する過程で得た判定値のうち、少なくとも前記パイロット信号に隣接する一定数の情報シンボルを、疑似パイロット信号として記憶する過程と、

前記疑似パイロット信号と、これに対応する情報シンボルとを用いて、前記疑似パイロット信号に対応する前記情報シンボルごとに前記伝搬路の

伝達関数を再度推定する過程と

を具備することを特徴とするデジタル通信受信機用同期検波方法。

4. 前記デジタル通信受信機用同期検波方法は、さらに、

前記パイロット信号からフェージング周波数を推定する過程と、

前記フェージング周波数をパラメータとして、忘却係数と前記伝達関数の推定誤差との関係を記憶する過程と、

前記推定誤差を最小にする忘却係数を選択する過程と

を具備すること特徴とする請求の範囲第3項に記載のデジタル通信受信機用同期検波方法。

5. 既知のパイロット信号と情報信号とが一定の周期で交互に繰り返されてなる受信信号が通ってきた伝搬路の伝達関数を、前記パイロット信号に基づいて、前記情報信号を構成する各情報シンボルごとに推定し、推定された伝達関数によって前記情報シンボルを補正し、補正後の情報シンボルを判定することによって同期検波を行う同期検波装置を有するデジタル通信受信機において、前記同期検波装置は、

前記受信信号を記憶する受信信号メモリと、

前記既知のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段と、

前記パイロット信号発生手段から供給された前記既知のパイロット信号と、前記受信信号メモリに記憶しているパイロット信号とによって、前記伝達関数を推定する伝達関数推定手段と、

前記伝達関数推定手段で推定した伝達関数を複数個用いた補間処理によって、前記情報シンボルごとの伝達関数を求める内挿手段と、

前記内挿手段で求めた伝達関数によって、前記受信メモリに記憶された

情報シンボルを補償する補償手段と、

該補償手段によって補償された情報シンボルを判定する判定手段と、

該判定手段から出力された判定値のうち、少なくとも前記パイロット信号に隣接する一定数の情報シンボルを、疑似パイロット信号として記憶する疑似パイロット信号記憶手段とを具備し、

前記伝達関数推定手段は、前記疑似パイロット信号と、これに対応する前記受信信号メモリ中の情報シンボルとを用いて、前記疑似パイロット信号に対応する前記情報シンボルごとに前記伝搬路の伝達関数を再度推定することを特徴とするデジタル通信受信機。

6. 前記伝達関数推定手段は、さらに、

前記パイロット信号からフェージング周波数を推定する手段と、

前記フェージング周波数をパラメータとして、忘却係数と前記伝達関数の推定誤差との関係を記憶する手段と

を具備し、前記推定誤差を最小にする忘却係数を選択すること特徴とする請求の範囲第5項に記載のデジタル通信受信機。

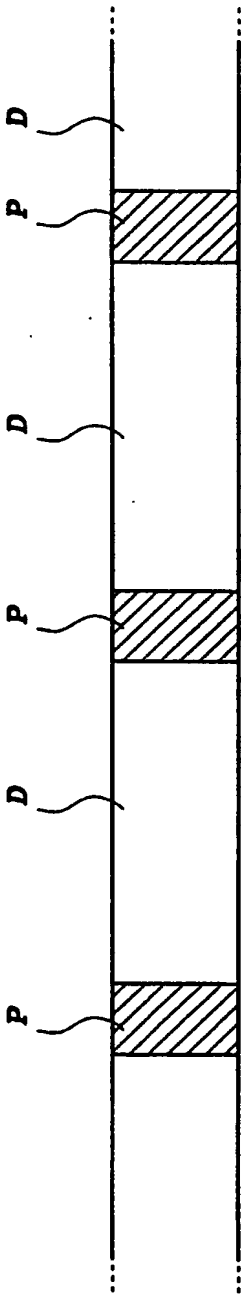


FIG.1
(先行技術)

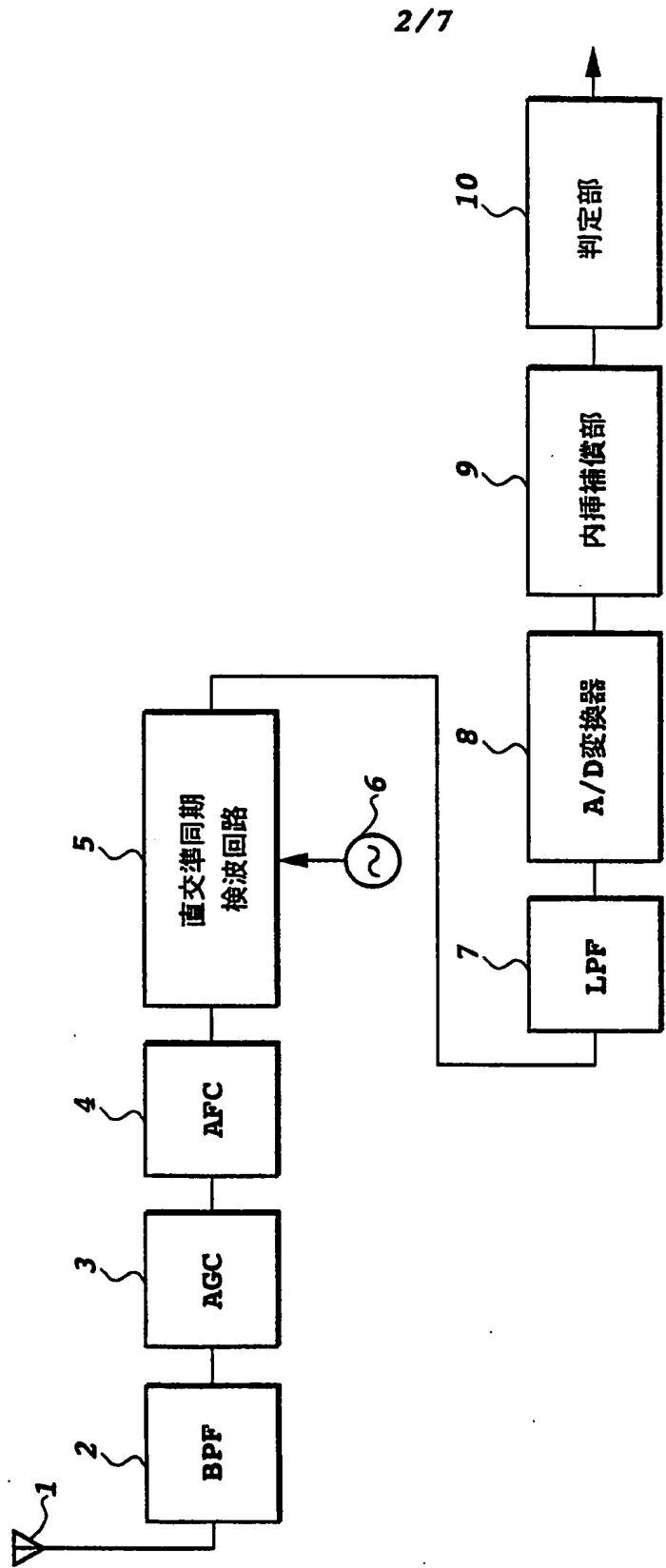


FIG.2
(先行技術)

3/7

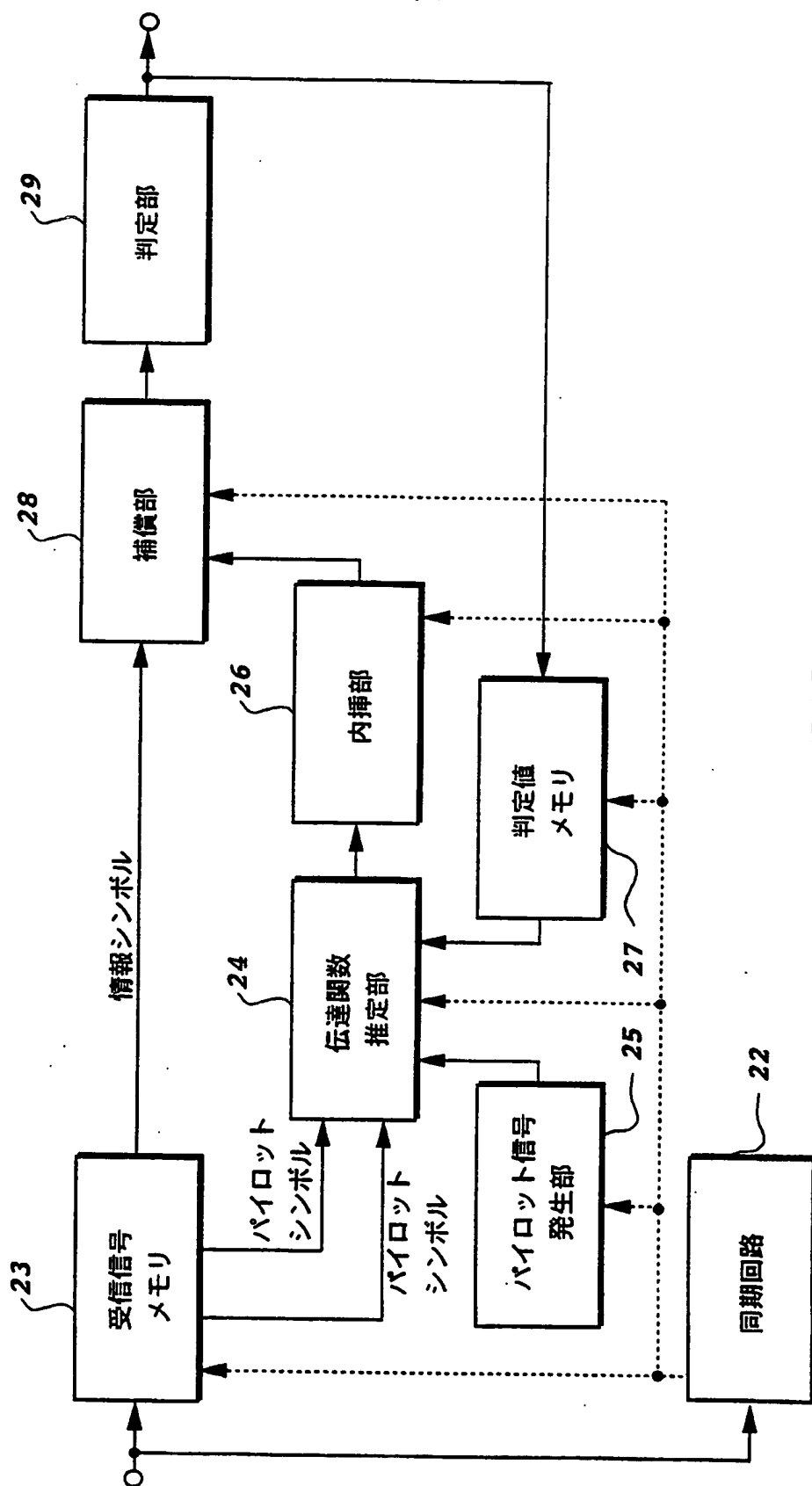


FIG. 3

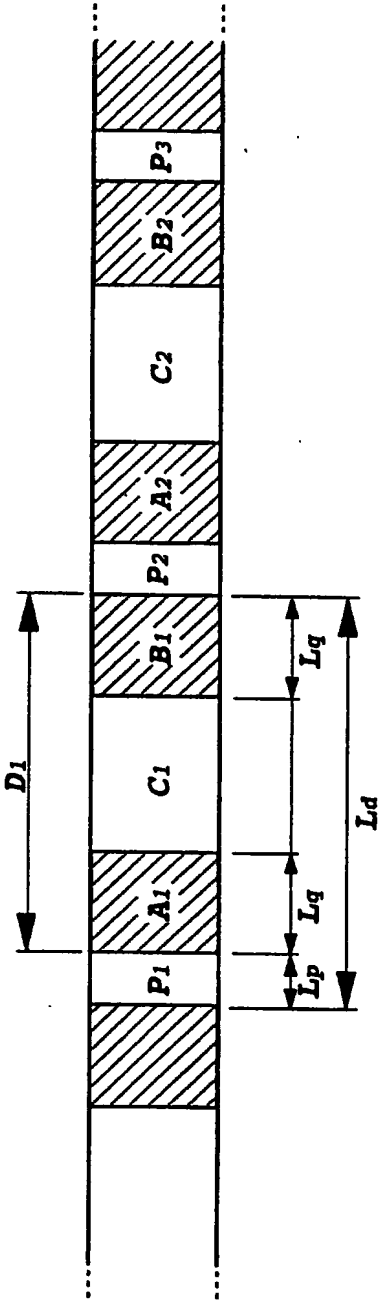


FIG.4

5/7

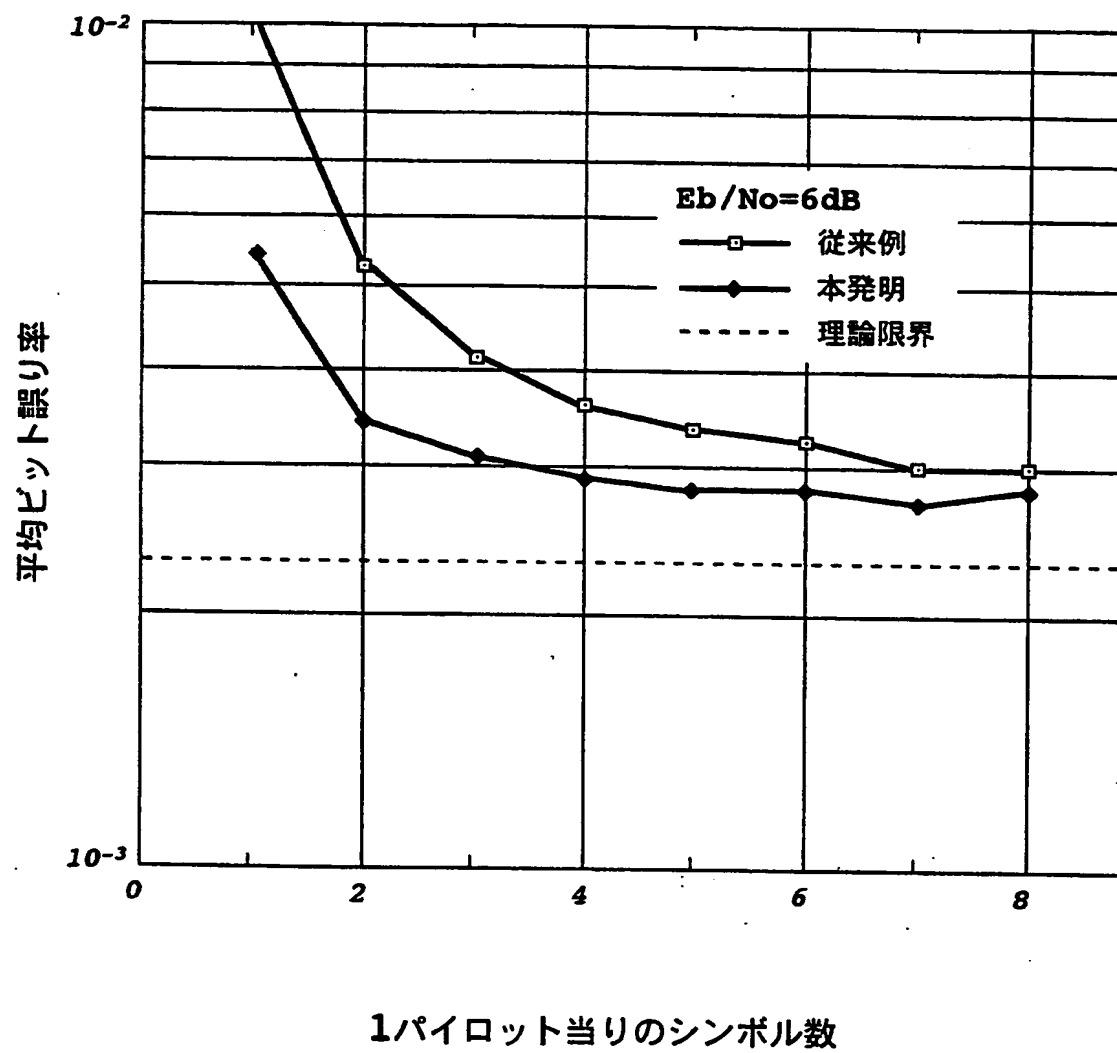


FIG.5

6/7

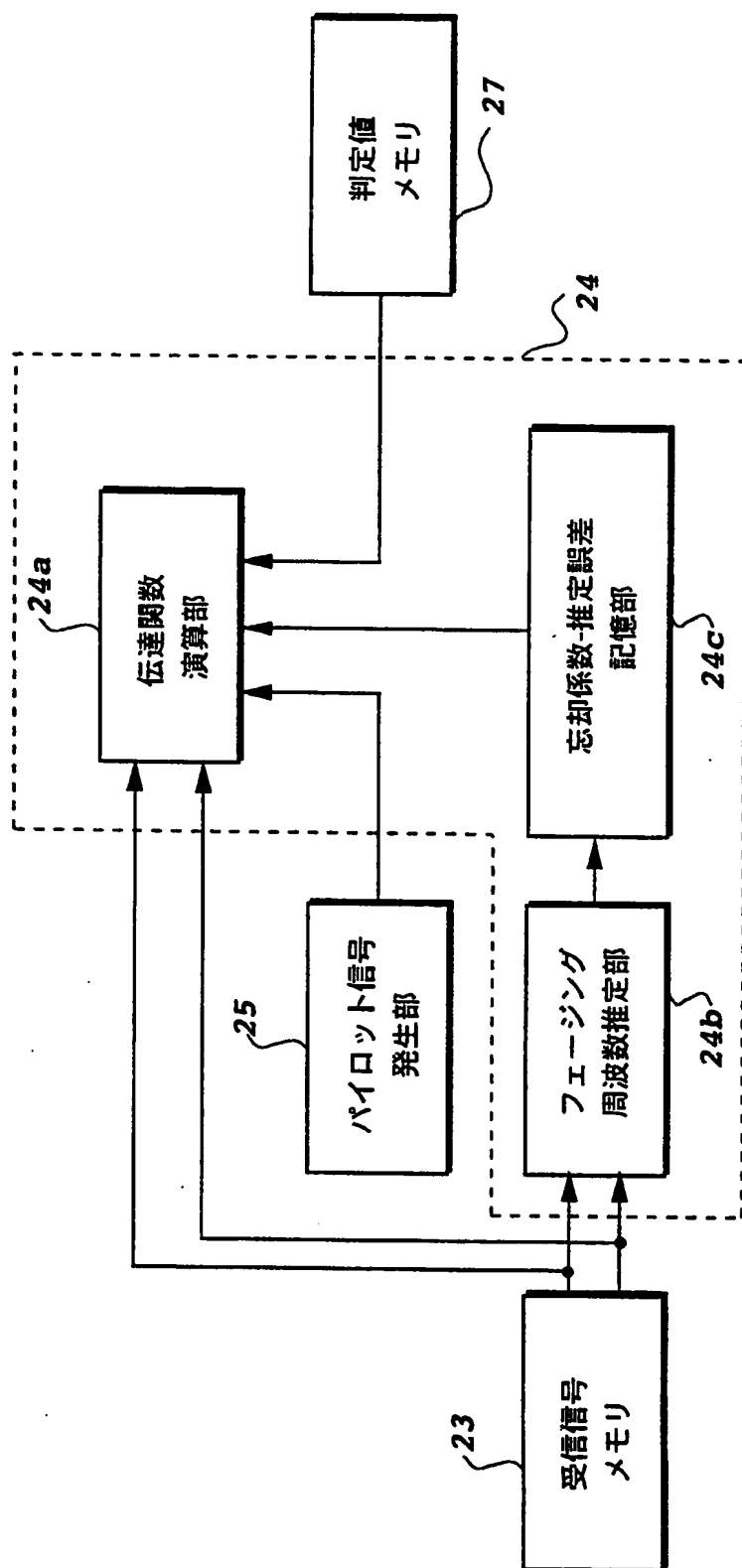


FIG. 6

7/7

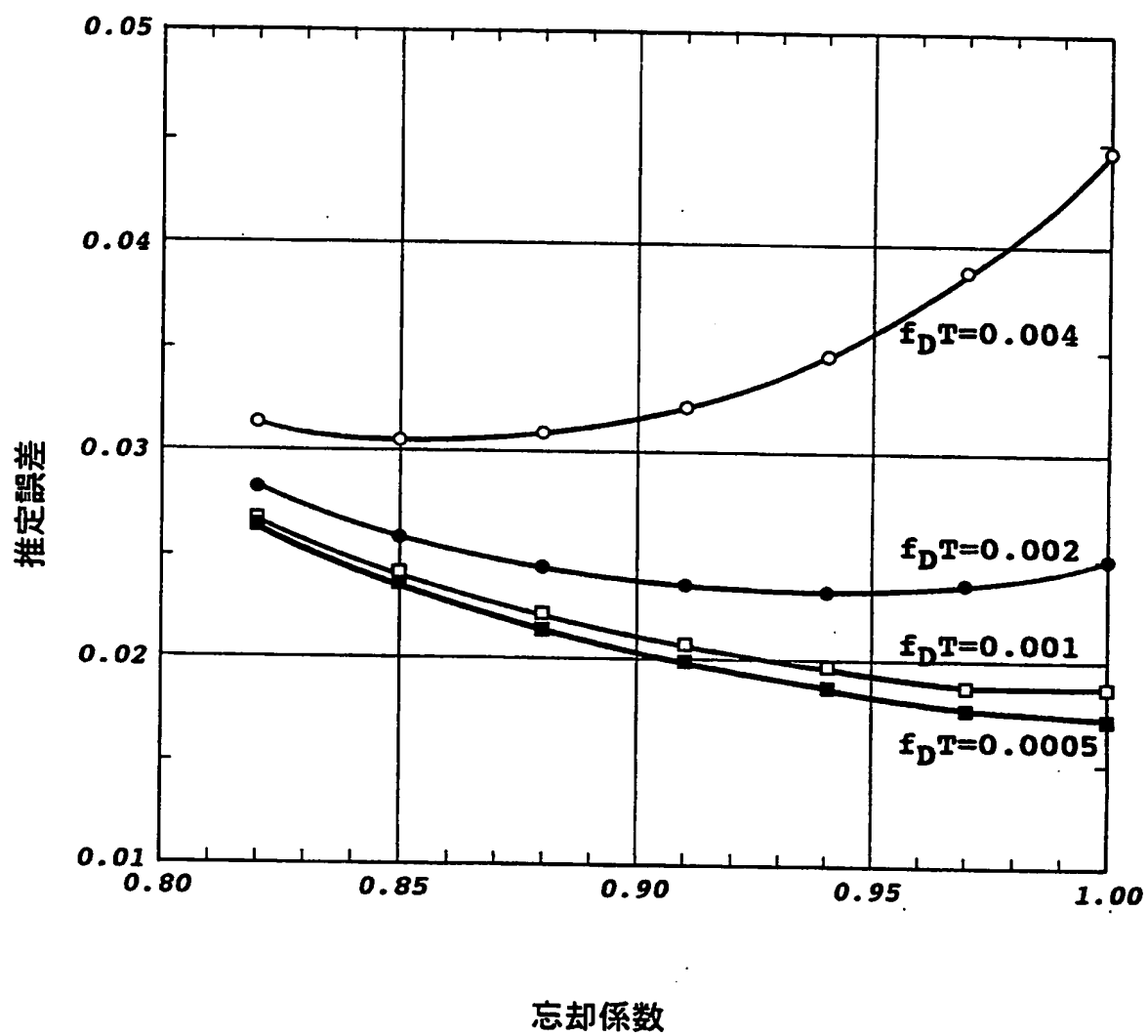


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP95/01229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. C1⁶ H04L27/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. C1⁶ H04L27/00-27/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, Y	JP, 7-46284, A (Mitsubishi Electric Corp.), February 14, 1995 (14. 02. 95) (Family: none)	
P, A	Line 30, right column, page 4 to line 17, left column, page 6, Fig. 1	1, 3, 5 2, 4, 6
P, Y	IEICE Technical Research Report Vol. 94, No. 312, October 28, 1994 (Tokyo), Akihiro Higashi, Tsutomu Taguchi, Koji Ono "Characteristics of an Interpolation Type Synchronous Detector RAKE in DC/CDMA p. 57-62	1, 3, 5 2, 4, 6
P, A		
A	Seasonal Report of Communication Synthesis Institute, Vol. 37, No. 1, February, 1991 (Tokyo), Masaichi Mihei "System for Compensating Fading Distortion in Multivalued QAM", p. 87-98	1 - 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

August 28, 1995 (28. 08. 95)

Date of mailing of the international search report

September 19, 1995 (19. 09. 95)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP95/01229**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEICE Transactions, J72-B-II, No. 1, January, 1989 (Tokyo), Masaichi Mihei, "System for Compensating Fading Distortion in Land Communication 16QAM", p.7 - 15	1 - 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ H04L27/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ H04L27/00-27/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1971-1995年

日本国公開実用新案公報 1971-1995年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, Y P, A	JP, 7-46284, A (三菱電機株式会社), 14. 2月, 1995 (14. 02. 95) (ファミリーなし) 第4頁右欄第30行-第6頁左欄第17行, 第1図 電子情報通信学会 技術研究報告, 第94巻, 第312号, 28. 10月, 1994 (東京), 東 明洋, 太口 努, 大野 公士 「DC/CDMAにおける内挿型同期検波	1, 3, 5 2, 4, 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 08. 95

国際調査報告の発送日

19.09.95

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

木屋野 忠

⑨

5 K 9 2 9 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3558

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P.Y P.A	RAKEの特性」. p 57-62	1, 3, 5 2, 4, 6
A	通信総合研究所季報, 第37巻, 第1号, 2月, 1991 (東京), 三瓶 政一, 「多値QAMに おけるフェージングひずみ補償方式」, p 87-98	1-6
A	電子情報通信学会論文誌, J72-B-II, 第1号, 1月, 1989 (東京), 三瓶 政一, 「陸上通信用 16QAMのフェージングひずみ補償方式」, p 7-15	1-6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.